

1. 科学技術トピックス

以下は科学技術専門家ネットワークにおける専門調査員の投稿(11月号は10月6日より11月2日まで)を「科学技術トピックス」としてまとめたものです。センターにおいて、関連する複数の投稿をまとめ、また必要な情報を付加する等独自に編集するため、原則として投稿者の氏名は掲載いたしません。ただし、投稿をそのまま掲載する場合は、投稿者のご了解を得て、記名により掲載しています。

1.1 ライフサイエンス分野

(1)再生医療の海外基礎研究開発状況

ー特に幹細胞生物学研究を中心にー

近年、従来行われてきた臓器移植や人工臓器を用いる治療法にとって代わる方法として、再生医療の進歩に大きな期待が寄せられている。

再生医療の基礎研究は、骨髄移植のような細胞の補充による細胞・組織の再生を目指した研究と、狭義の組織工学(Tissue engineering)という概念で捉えられる一連の研究という2つの方向性で国際的に発展してきた。狭義の組織工学とは、細胞が生体内で生着する際に必要な足場(scaffolds)と細胞の両方を用いて修復しようとする研究である。現在では、これら2つの流れの明確な境界はなくなり、細胞と生体吸収性 scaffolds の両者を有効に組み合わせた形での再生医療が目指されている。

幹細胞の基礎研究は、主に ES 細胞(胚性幹細胞)と体性幹細胞に関して進行している。ES 細胞は、胚を構成する全ての種類の細胞に分化する能力を有し、無限に近い増殖能力を有する。現在は主に ES 細胞から目的の特定細胞へ効率的に分化誘導させる方法の研究開発に大きな焦点が当てられている。体性幹細胞は、ES 細胞とは異なり、ある一定の細胞系列への分化が運命付けられており、その中で多分化能と自己増殖能を示す。現在、神経幹細胞など最低 8 種類の体性幹細胞が成人の組織に存在すると考えられている。尚、体性幹細胞については、予想以上の分化能力の可塑性(本来の細胞系列以外の細胞へ分化する能力)に富んでいることが明らかになってきている。例えば、本来、骨や軟骨にのみ分化すると考えられていた骨髄間質幹細胞が、心筋や神経系の細胞にも分化することが示されてきている。このことは、自己細胞を用いた再生医学を可能にするものとして期待されている。

幹細胞の効率的分離法としては、FACS

(fluorescence-activated cell sorter)を用いた方法がある。FACS を利用する際の指標として、細胞表面マーカー、蛍光物質 GFP(green fluorescent protein)及び SP(side population)細胞^①などの研究開発が進行している。分離した幹細胞の多くは、血清存在下で増殖することが知られているが、再生医療への応用面からは合成無血清培地での増殖法の開発が望まれる。神経幹細胞では、無血清培地により効率的に増殖する方法が既に確立されている。

米国では、来年度、ES 細胞研究に 1 億ドル、体性幹細胞研究に 2 億ドルという巨額の連邦予算を投入することが決定しており、研究スピードの加速化が予想される。我が国でも、この分野での国際競争力を得るためにも、国家的な取り組みとして研究開発の体制整備等が強く望まれる。

(慶應義塾大学医学部 岡野 栄之氏より)

用語説明

①SP(side population)細胞

DNAIに結合するある種の色素を排出する性質を持つ細胞。造血幹細胞を高頻度で含んでいる。

(2)セセラ社と国際チームが予測したヒトの新規遺伝子は重なりが少ない

昨年国際公的機関チームとセセラ社によってヒトゲノムの概要配列決定が大々的に発表されたことは記憶に新しいが、そこでの大きな驚きの一つは、ヒトゲノムにコードされた遺伝子の数が従来信じられていたよりもはるかに少なく、およそ 3 万個程度と推定されたことであつた。しかし、たとえゲノムの塩基配列が手に入ったとしても、そのどこに遺伝子を書き込まれているのかを解読することは、バイオインフォマティクスにおける遺伝子発見問題として研究途上であるため、実はこの推定値もあまり当てにはならないかもしれない。そのことを示唆する短い手紙が Cell 誌

(Hogenesch et al., 106,413-415, 2001)に掲載されたので紹介する。

それによれば、Ensembl というデータベースに収められた国際チームのデータとセセラ社の遺伝子セットを、既知遺伝子を整理したデータベース RefSeq と比較すると、どちらのデータもそれらの既知遺伝子のほとんどを包含していた。しかしながら、新しく予測された遺伝子については、遺伝子の重なりを判断する基準を非常にゆるくとした場合でも、その8割程度はどちらか一方からしか報告されていなかった。さらに商用の高密度 DNA アレイを用いて、8,000 の既知遺伝子と 5,000 の新規遺伝子の発現をいろいろな条件で調べてみると、既知・未知遺伝子を問わず、8割程度が実際に発現されていることがわかった。

このことは、国際チーム、セセラ社双方の予測が不十分であることを示唆している。もっとも、現在のヒトゲノム配列はあくまで概要版であり、将来両者の不一致はある程度改善されるかもしれない。

いずれにせよ、遺伝子発見問題解決には一層の研究が必要であり、実用的な予測を行うためには上述の発現解析のような実験データと組み合わせることが早道であると考えられる。

(東京大学医科学研究所 高木 利久氏より)

1.2 情報通信分野

(1) インテル高速プロセッサ用の新実装技術を発表

インテルは 10 月 8 日(日本時間 10 月 9 日)、現在最速のプロセッサの 10 倍速く、また 10 億個以上のトランジスタ搭載を可能とする新しいパッケージ(実装)技術^①を開発したと発表した。

この技術は「バンプレス・ビルドアップ・レイヤー」BBUL 技術と名付けられている。詳細は翌 10 月 9 日(日本時間 10 月 10 日)モントリオールで開催された Advanced Metalization Conference 2001 で発表された。

インテルは高速プロセッサを開発するにあたって、第一段階に高速、微細トランジスタの開発を(これは 6 月に、3 原子層よりも薄いゲート絶縁膜を持ち、1.5THz で動作するトランジスタで達成)、第二段階にそれを実現するリソグラフィー技術の開発(科学技術動向 5 月号特集「次世代 LSI 用リソグラフィー技術の研究開発動向」で既報)を、そして第三段階には先の二段階の技術で可能となる 10 億個ものトランジスタを、速度を犠牲にすること無しにパッケージする技術が重要であると考え、開発を行っていた。

デバイス技術、プロセス技術、パッケージ技術の開発バランスが取れて始めて高速プロセッサが実現されるというインテルの開発思想が窺える。

構造としては、チップとパッケージの接続に現在用いられているバンプ(はんだ等で作った突起)を用いるのではなく、パッケージコア(基板)に穴をあけてチップを埋め込み、埋め込まれたチップの電極面上に絶縁層を形成して配線を行い、さらにその上に電極メタルを載せてボードとの接続用電極を形成するというものである。

LSI の電極面の上に絶縁層を形成して多層配線を行ったものと考えると理解し易い。その絶縁層部分が従来概念のパッケージである。

プロセス技術的には、現在高密度プリント基板で使用されているビルドアップ技術を応用していると見られる。

実効上のパッケージ厚さの低減により高周波特性が改善され、また精度の点で制約のあるバンプを用いなくて済むため従来よりも狭ピッチ、多点接続を可能にし、高速、高密度のチップが必要とする信号(データ)と電力の供給を実現できるとしている。

さらに、明星大学情報学部の大塚寛治氏(東京大学先端科学技術研究センター客員研究員兼務)は、

インテルがこの BBUL 技術を前提にした GHz 帯の高速なシステムバスを近く提案してくるだろうと予測している。

近年、新たなシステムバス提案は知的所有権を伴うプロトコルとなっており、その研究の遅れは単なる技術的な遅れだけにはとどまらず情報通信機器産業に非常に大きなインパクトを持つ。

日本が先行しているとされていた半導体分野でのリソグラフィー技術の新技术発表(EUV)に続き、実装技術、システムバスの高速化の分野でも米国が開発を強化していることが明らかになりつつあり、日本でも対応が急がれる。

用語説明

①パッケージ(実装)技術

LSI チップを基板に搭載するための技術全般を指す。チップとリードフレーム(またはパッケージ用基板)との接続、LSI を保護する封止、基板との接続・組立、冷却などの多くの技術分野を含む。

パッケージの形状としては、LSI を保護する樹脂の両脇から金属板を型抜きしたリードフレーム(ピン)がでている DIP(Dual In-line Package)が LSI の一般的なイメージだが、現在では形状やピンの配置から QFP(四方にピンが出ている薄型パッケージ)、PGA(パッケージの下面に格子状にピンが出ているもの)、CSP(LSI とほぼ同じ大きさのパッケージ)など多くの種類がある。また、基板上に直接 LSI を搭載し、樹脂で封止するベアチップ実装や一つのパッケージに複数の LSI を搭載するマルチチップパッケージも実用化されている。

1.3 環境分野

(1)COP7会合で最終合意が成立

国連気候変動枠組条約(UNFCCC)第7回締約国会議(COP7)が10月29日から11月9日まで、モロッコのマラケッシュで開催された。事務レベルの協議においては、結論書草案の作成に向けて①モニタリングに関連する議定書5条(方法上の問題)、7条(情報の送付)、8条(情報の検討)の交渉グループ、②遵守に関する交渉グループ、③京都メカニズムに関する交渉グループの3グループの他に、クリーン開発メカニズム(CDM)、非付属書I締約国の国別報告書に関する専門家諮問、共同実施(JI)、支払い遅延、発展途上国(LDCs)に関するグループなどの非公式グループが作られた。

11月6日の事務協議最終日に、COP 決定書草案が採択できたのは遵守に関する交渉グループであった。議定書5、7、8条の交渉グループからは意見の分かれた問題が7日以降の閣僚級会合に提出されることになり、京都メカニズムに関する交渉グループからは解決できなかった二つの問題が COP7 のエルヤズギ Elyazghi 議長(モロッコの領域内計画、都市管理、住宅環境大臣)に報告された。

11月7日からは閣僚会議が始まると共に、京都メカニズム、議定書5、7、8条、LDCsについての交渉が継続して行われ、10日未明に最終合意に達した。

この COP 7 会合での最終合意について、茨城大学 三村信男教授が次のように報告した。

10月末からモロッコで開催されていたCOP7で、最終合意が成立したことが報道された。参加各国の閣僚会合で、京都議定書の運用ルールを定めた法的文書が採択されたものである。1997年の温暖化防止京都会議(COP3)で京都議定書が採択されて以降、その運用ルール作りは難航を極め、1999年のハーグ会合を中断、2000年のボン再開会合で大枠合意し、今回、最終合意に至った。合意の経過と内容が詳しく伝えられていないので、詳細にわたる評価はできないが、大局的な視点から今回の合意の意義と今後の課題を考えてみたい。

最大の意義は、京都議定書の批准・発効に向けて道が整ったことである。今回の会議で採択されたのは、課題となっていた途上国支援、温暖化防止の柔軟性措置である京都メカニズム、吸収源の取り扱い、遵守

の規則などに関する法的文書である。この合意によってルール上の不明点がなくなり、締約国が京都議定書の批准をすすめることが可能になった。今後、55 カ国以上が批准し、批准した附属書 I 国の温室効果ガス排出量の合計が 1990 年の附属書 I 国全体の総排出量の 55% を越えれば、議定書は発効する。

京都議定書の発効は、世界が温暖化防止のための法的拘束力のある仕組みを持つことを意味する。1992年に締結された温暖化防止枠組条約でも、2000年までに温室効果ガスの排出量を1990年レベルに安定化するという目標を掲げていた。しかし、それは精神的な目標であったために、実現できなかった。京都議定書が発効してはじめて法的な拘束力と目標のもとで国際的取り組みが行われることになる。そうした意味で、COP7での合意を評価し、京都議定書の早期の批准、発効を期待したい。

しかし、今回の合意は温暖化防止に向けての第一歩にすぎない。国際政治の上では画期的な京都議定書の発効も、これのみで温暖化防止ができるわけではないからである。今世紀中に予想される1.4～5.8℃の気温上昇を抑制するためには、第2期以降さらに本格的な温暖化防止対策の検討・実施が不可欠である。第1期(2008～2010年)の目標達成は、第2期以降の対策に向けた取り組みの重要なマイルストーンと言える。

実効ある温暖化対策の上で、鍵を握るのは米国の動向である。ブッシュ政権の誕生後、米国は京都議定書からの離脱を表明しているが、世界のCO₂の四分の一を排出する米国の取り組みなしに温暖化防止は成功しない。また、途上国の参加も今後の重要な課題である。現在の京都議定書の削減義務は先進国のみに課せられているが、2010年までには、途上国からの排出量が先進国を上回ると予想されている。中国やインドをはじめ、経済成長を強く望む途上国を取り込んでどう温暖化防止の国際的な枠組を強化するかは、今後の大きな課題である。

最後に、わが国では、1990年に比べて、すでにCO₂排出量が7%増加している。京都議定書の目標である1990年比6%削減を達成しようとすれば、合計13%程度の削減を実現せねばならない。近年の増加が、家庭や交通部門での大幅増加によっていること

からしても、温室効果ガスの削減はものの生産や生活のスタイルの変更を迫る大変な事業である。わが国でも京都議定書の早期批准を求めたいが、そのことは、国内対策に本腰を入れなければならないことを意味している。

(2) マツノザイセンチュウに関する国際ワークショップ

わが国におけるマツ材線虫病(俗称”まつくいむし”または”マツ枯れ”)によるマツ類・マツ林の被害は北海道と青森県を除く 45 もの都府県で発生しており、被害量は平成 12 年度で約 84 万 m³(胸高直径 30cm・樹高 20mの立木換算でおよそ 140 万本に相当)に達し、17 府県では前年比 20%以上の増加になっている。このような甚大な被害発生は、防風・防潮保安林などとしての国土保全の面ばかりでなく優れた風致景観の形成という面からも非常に身近な環境問題の一つである。

この問題に関する国際ワークショップについて、京都大学 二井一禎助教授が以下のように報告した。

マツノザイセンチュウは中国、韓国、台湾など近隣諸国で流行した後、スカンジナビア諸国でも繁殖確認がなされた。このためヨーロッパ諸国は厳しい防疫体制を引いていたが、1998 年にポルトガルリスボン近郊でこの病気の発生が確認された。このような状況の下で、本年 8 月 20 日から 3 日間の会期でこの問題に関する国際ワークショップがリスボンから 150 キロほど離れたエボラ市にあるエボラ大学で開催された。参加者は約 50 名程度ではあったが、ポルトガルの農林水産大臣と文部科学大臣、エボラ大学長などの参加もあり、ヨーロッパの森林保護に携わる関係者の意気込みの高さを窺わせた。

研究発表では、①European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) の D. McNamara 研究員から、マツノザイセンチュウが原因のマツ枯れについては、病原性決定に至る方法論など研究者間での統一が必要とする発表、②広島県県立林業試験場と広島大学が共同で行った、非病原性のニセマツノザイセンチュウが外国から侵入した病原性マツノザイセンチュウによって置き換わっていく現象の発表、③京都大学が行った、人工酸性雨がマツ枯れ進展に及ぼす影響についてモデルを用いた解説などが特に注目された。

この森林流行病においては、病原体の明確な種同定が問題の解決の前提として絶対に不可欠であるという共通の認識がある。しかし、各国の様々な事情、各国の研究者の置かれた研究環境などが原因で、例えば分子生物学的な手法を駆使できるか否かについては未だに統一的な研究環境の下にない、など問題解決への国際的な意志の一致が遅れているという面は否めない。

我が国における課題は、①応用色の強い分野であるため、基礎研究を中心とする大学では研究への取り組みの遅れが深刻である、②現実には被害の進展は深刻なまでに続いている一方で、研究を維持・推進する体制が弱い、③研究成果が被害現地での対策に活かされない事が多く、産学官の連携が強く求められている、④森林保護研究は、生物間の複雑な相互関係を総合的に判断する必要がある、生態学から生理学・分子生物学に至る広範な研究者の養成が不可欠である、といった研究体制の問題点の克服にあると言える。

1.4 ナノテク・材料分野

(1) 自己組織的手法による銀ナノワイヤーの形成

有機物でできたテンプレート(鋳型)を用い、直径が約 0.4nm、長さ数ミクロンの銀ナノワイヤーを作製したと、韓国の Pohang 科学技術大学の B. H. Hong 他が発表した(Science, 2001 年 10 月 12 日)。

カリックス[4]ハイドロキノン^①を自己組織化させ、ナノレベルの径の筒孔を持ったテンプレートを作製した。Hong 等はこれをナノワイヤー・テンプレートと呼んでいる。このテンプレートに硝酸銀の水溶液を吸収させ、30 秒間紫外線照射し銀イオンを還元することにより、ナノワイヤーを形成させる。テンプレートの断面は、筒孔が規則正しく正方格子を作っており、銀ナノワイヤーはこの筒孔内に成長する。金、パラジウム、プラチナ、水銀イオンにおいて同様のナノワイヤーが形成できる可能性がある。

金属ナノワイヤーは、その物理的性質が興味深いことと、超微細電子回路の形成に利用できる可能性からナノエレクトロニクス材料として興味を持たれている。これまでに報告されている金属ナノワイヤーは高真空中でしか安定に存在できないのとは対照的に、Hong 等の銀ナノワイヤーは空気中や溶液中でも安定である。今回の方法は、非常に容易であること、手法に一般性があり様々な応用が考えられることなどから興味深い。

用語説明

①カリックス[4]ハイドロキノン

2 価のフェノールであるハイドロキノン4つから形成され、カリックス(ギリシャの聖杯 飲口が広がったカップ様)状の形をした分子

1.5 エネルギー分野

(1) 中国における省エネルギー技術普及の必要性

本年 10 月 8 日から 11 日の期間で、中国の西安市において、中国動力工学会、日本機械学会および米国機械学会の共催による、国際動力エネルギー会議(ICOPE-2001)が開催された。

同会議冒頭に、西安交通大学 Yansun Lu 教授により「Chinese Economics Sustainable Development Strategy and Energy Industry」と題する基調講演があった。

以下、同講演の内容に従って、中国におけるエネルギー消費の現状および省エネルギー技術普及の必要性について報告する。

1998 年の全世界の一次エネルギー消費量は、121 億トン SCE(SCE:標準石炭換算量)であり、中国はその 10.4%に相当する 12 億 6000 万トン SCE を消費している。米国に次ぐ世界第二位のエネルギー消費国でありながら、国民 1 人あたりのエネルギー消費量は米国の 1/10、日本の 1/5 であり、全世界の平均値と比べても 1/2 にすぎない。しかも、一次エネルギー源として石炭の占める比率が高く(2000 年で 67%)、今後経済成長に伴う CO₂ 排出量の増加が懸念される。過去 20 年間における中国の GDP の年平均増加率は 9.7%であり、今後も年率 7~8%の高い GDP の伸びが予想されている。仮にエネルギー消費量の年平均増加率を 2.8%に抑えたとしても、2040 年にはエネルギー消費量が現在の 3 倍にあたる 35 億トン SCE に達し、この時点で国民 1 人あたりのエネルギー消費量がようやく世界の平均値に近づくことになる。

現在、中国の単位生産量あたりのエネルギー消費量は先進国の平均値を 4 割近く上回っており、省エネルギーの余地は極めて大きい。例えば、2000 年における石炭火力での石炭消費量は平均で 394gSCE/kWh であり、これを新鋭石炭火力の平均値である 330g/kWh にまで落とすことができれば、年間 7000 万トン SCE の節約となる。また中国では現在、鉄 1 トンの生産に 976kgSCE の石炭を消費しているが、これを最新鋭の製鉄所での石炭消費量である 659kgSCE にまで落とせば、年間 3800 万トン SCE の節約となり、この石炭火力と製鉄所の効率改善だけで、中国全体で実に 10%もの省エネルギーが可能となる。

世界人口の 20%を占め、今後も高い経済成長が見

込まれる中国のエネルギー利用形態の動向は 21 世紀の世界全体の CO₂ 排出量を大きく左右する。今後、わが国が中国における高効率石炭利用技術をはじめとする省エネルギー技術の普及に積極的に関わることが、今日人類が直面している①エネルギーの安定供給、②環境保全、③経済成長という 3E 問題の解決に大きく寄与するものと考えられる。この意味でも、クリーン開発メカニズム(CDM)の枠組を規定した京都議定書の行方が注目される。

(2) 発電システムの予防保全を支援する情報システムで原子力発電の稼働率向上

米国電力技術研究所(EPRI)の主催で、2001 年 8 月 14~16 日の間、発電システムの保守技術に関する国際会議が米国ヒューストンで開催された。この会議に参加した京都大学 吉川榮和教授は、注目した研究・技術動向として以下の情報を挙げて報告した。

EPRI の David Worledge 氏は、オンラインで発電機器の状態を常時監視して、機器別の取得データをデータベース化した。さらに、ネットワークを利用して発電システムの保全状態をコンピュータ分析した。ここでの知見を基に、定検時期の予測や検査項目、機器の試験計画の立案を行う情報システムを考案し発表した。

EPRIによれば、この情報システムは、元来、米国原子力発電所の設備利用率向上のために開発したものであり、最近の米国での90%を越える良好な設備利用率の達成に寄与したとのことである。また、既設プラントの定検期間が15日間に短縮されたというデータも、この会議で配布された最近の米国の発電技術に関する技術誌に掲載されていた。

米国での原子力発電においては最近とくに保守点検技術の改善が進み、定検期間短縮と運転期間の長期化による設備利用率の向上、計画外炉停止率の低減化、発電出力の上昇、など、既設プラントの運転性能の向上に目覚ましいものがある。その結果、電力市場が自由化された後にカリフォルニア州で発生した電力危機以降、米国では原子力発電の経済性や信頼性の評価が高まっている。

一方、熱効率の高さや経済性で注目されたコンバインドガスタービンを実際の運用において故障が多く稼働率が悪いことが、同会議での米国の参加者から発表された。このような状況のため、原子力発電で培われた保守点検技術を火力プラントへ適用することに関心

が高まっている。

10 年前には米国の原子力発電の運転成績は我が国に比して悪かったが、この 10 年で立場が逆転した感がある。その裏にはプラント機器の状態監視、オンライン検査、点検保守計画を一体化した情報システムの開発があったと言える。

1.6 製造技術分野

(1) 高集積化されたマイクロ化学システム

近年、micro-Total Analysis System (μ -TAS) や Lab-on-a-chip と呼ばれる研究が関心を集めてきている。これは、数センチメートル角のガラスやシリコンの基板に加工したマイクロメートルサイズの溝(マイクロチャネル)の中で化学分析や反応を行うもので、試料・廃棄物量の低減、高速処理、などの利点をもたらし、更に化学プラントさえも小型化できる可能性がある」と期待されている。

東京大学大学院工学系研究科北森武彦教授らは、一般的な化学操作の集積化を目指して混合、反応、加熱、冷却、抽出、相合流、相分離など化学プロセスの単位操作をチップ上で実現するための検討を行っているが、その成果の一部が 2001 年 9 月 18 日に開催された第 45 回日本学術会議材料研究連合講演会で紹介された。

講演ではまず、互いに不溶な複数溶媒の多層流をチップ上で実現した例として幅、深さがそれぞれ $150\ \mu\text{m}$ 、 $70\ \mu\text{m}$ のマイクロチャネルでの水/酢酸エチル/水の多層流が報告された。このようなスケールの空間においては、液体の比重差による重力エネルギーよりも界面張力エネルギーの方が 1000 倍程度大きいので、液/液界面は合流順序に従い形成され、マクロスケールでは実現困難な重液/軽液/重液のような多層流の形成も可能となることである。また、マイクロチャネルの形状を工夫することにより液同士が完全に相分離される例も示された。

次いで、多層流を用いた分離の例として、2 価の鉄イオンをはじめとする種々の金属イオンのキレート抽出操作の集積化、さらに、複合操作である 2 価のコバルトイオンとニトロソナフトールの錯形成反応、抽出および共存金属除去のための洗浄操作を一枚のチップ中で実現した内容が紹介された。

最後に、処理速度(量)の向上に関するチップ化の利点について話があった。例えば、生産量を増やす場合、反応容器などのスケールアップおよびその為の化学工学的な検討が必要となるが、1 枚のチップで反応に最適な条件を決定した後にそのマイクロチャネルパターン数を必要なだけ増やすことにより簡単に生産量を制御できる。或いは、医療診断のような多検体の効率的処理のような場合、量ではなく数自体を増やし処理速度の向上を図る必要があるが、低試薬、低廃棄物、高密度化可能なチップは非常に有効と考えられる。こ

のような観点から抗原抗体反応を集積化した 4 チャンネルの免疫診断チップの検討を進めているとの事であった。

マイクロ化学システムは化学プロセスの省資源化・廃棄物の極小化という社会的な要請に沿っているばかりでなくマクロスケールでは困難な系が実現できる。今後の研究の進展が期待される。

1.7 社会基盤分野

(1) 地震による絶対重力変化を初めて検出

Geophysical Research Letters 10月号に田中愛彦氏他は、地震による絶対重力変化が初めて検出されたと報告した。これについて、国土地理院 熊木洋太氏より以下の投稿があった。

1998年9月3日に岩手山南西麓を震源とし、地表地震断層が出現したマグニチュード6.1の地震が発生したが、この地震の前日と7日後に震源距離3kmの地点で行われた絶対重力観測で、-6マイクロガルの重力変化が認められた。通常の観測誤差は1マイクロガル程度であるため、この重力変化は有意である。

地震は地下の岩盤がある面(断層面)が断裂して、食い違うことによって生じるので、そのために地下の密度分布に変化が生じれば、地上の点にとって重力が変化するはずである。今回の地震については、地表で観測された地殻変動量の分布から震源断層モデル(地下で生じた断層面の位置・形態・大きさと食いつきの向き・量)が推定されており、-6マイクロガルという重力変化の値は震源断層モデルから期待される値とよく一致する。したがって、この重力変化はまさに地震起源のものと判断できる。これは初めてのことである。

重力変化が震源断層の活動をよく反映しているのであれば、そのデータは震源断層モデルの決定に貢献できる。震源断層モデルの決定は従来、地震波データや地殻変動データの解析によって行われているが、それぞれデータの質・量の問題や解析の不確定性の問題を抱えている。

今後はこれらの二つに、絶対重力観測という第三の手法を加えてより正確に震源断層モデルを決定できる可能性が高まったことになり、地震研究及び重力研究に新たな展開がもたらされる可能性が出てきたと言える。

1.8 フロンティア分野

(1) 宇宙太陽発電の将来展望

エネルギー・資源 2001年9月5日において、京都大学 松本紘氏が宇宙耐用発電に関する今後の展望を発表している。これについて東京理科大学 谷 辰夫氏より以下の報告があった。

宇宙太陽発電所は宇宙空間で巨大な太陽電池パネルを広げ、太陽光発電によって得られる直流電力をマイクロ波に変換して、送電アンテナから地球や宇宙都市の受電所に設置されるレクテナと呼ばれる受電アンテナへ伝送し、再び直流電力に変換する発電所である。約20年前に発表されたこの計画に対し賛否両論の意見があったが、その後世界各国で地道な調査研究、基礎研究が続けられてきた。

ここにきて、エネルギー資源と環境問題の解決法の一つとして、また地球閉鎖系から宇宙開放系への転換の足がかりとして実用化のための研究が進められる機運にある。わが国では、実用化の目標を2040年に設定した検討が開始された。

宇宙太陽発電所は、半永久的なエネルギー源、クリーン、地表の天候条件に左右されない、広範な技術の波及効果が期待できるなどの特徴を有する。ただ、エネルギーコスト、マイクロ波が生体へ及ぼす問題の研究や、既存通信網へマイクロ波送電ビームが及ぼす影響の評価など解決課題が数多くあり、実用化を急ぐことなく幅広い基礎データの積み上げが必要である。